LIBRARY

Aus der Deutschen Forschungsanstalt für Tuberkulose
Vorstand: Professor Brauer
und dem Tuberkulose-Krankenhaus Tönsheide
Direktor: Dr. Hein

Beitrag zur Beurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit beim Tuberkulösen

Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Medizinischen Fakultät

der

Ludwigs-Universität zu Giessen

vorgelegt von

Rudolf Scharl

aus Hamburg

Giessen 1938

Buchdruckerei Nitschkowski, Giessen

Aus der Deutschen Forschungsanstalt für Tuberkulose
Vorstand: Professor Brauer
und dem Tuberkulose-Krankenhaus Tönsheide
Direktor: Dr. Hein

Beitrag zur Beurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit beim Tuberkulösen

Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Medizinischen Fakultät

der

Ludwigs-Universität zu Giessen

vorgelegt von

Rudolf Scharl

aus Hamburg

Giessen 1938

Buchdruckerei Nitschkowski, Giessen

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Giessen

Referent: Prof. Dr. A. J. Anthony

Es ist eine bekannte und im Hinblick auf die Frühdiagnose bedauerliche Tatsache, dass beim Tuberkulösen die zur Verfügung stehende körperliche Leistungsfähigkeit in keinem rechten Verhältnis zur Schwere seiner Erkrankung steht. Einer Anzahl von Tuberkulösen, die über Mattigkeit und Beeinträchtigung ihres Befindens klagen, steht eine nach Schätzung von Anthony grössere Anzahl von Patienten gegenüber, die sich voll leistungsfähig fühlen. Welche Ursachen dieses „Fehlen des Schutzes durch Ermüdung" (Durig) bewirken, ist trotz umfangreicher Forschungen auf diesem Gebiet bisher nicht geklärt. Andererseits ist seit langem schon die allgemein herrschende Ansicht die, dass beim Bestehen einer aktiven Tuberkulose die körperliche Arbeit in nachteiligem Sinne wirkt.

Es hat nicht an Versuchen gefehlt, neben der Feststellung der Leistungsfähigkeit mittels ergo- und spirometrischer Methoden Reaktionen des kranken Organismus herauszufinden, die womöglich die klinischen und röntgenologischen Befunde, auf die allein man bei der Beurteilung der Arbeitsfähigkeit angewiesen war, zu vervollständigen geeignet wären.

Soweit eine höhergradige Einschränkung der Lungenkapazitäten durch Schrumpfung, Kollapsbehandlung u. s. f. besteht, die zu einem 0_2- Defizit unter Arbeit, ebenso bei Herzinsuffienz, die u. U. auch zu einem 0_2- Defizit führt, liegt die Arbeitsunfähigkeit ausser Zweifel. Schwieriger liegen die Dinge bei jener weit grösseren Anzahl von Fällen, die sich subjektiv wohl fühlen, aber durch Untergewichtigkeit oder eben nur dadurch, dass noch vor kurzer Zeit Zeichen einer aktiven Lungentuberkulose bestanden haben, den Verdacht erregen, dass die Arbeitsfähigkeit nicht in vollem Masse vorhanden sei.

In solchen Fällen lag es – wie gesagt — nahe, die körperliche Leistungsfähigkeit im Arbeitsversuch zu prüfen. Von verschiedenen Untersuchern (Rüttgers, Brieger, Cobet, Anthony und Kowitz) konnte gezeigt werden, dass Wirkungsgrad und Erholungszeit sowie Grundumsatz vom Gesunden abweichende Werte zeigen in vielen Fällen der oben angedeuteten Art, also bei Patienten mit respiratorischer oder kardialer Insuffienz. Um die Einwirkung der tuberkulösen Infektion – unabhängig

von diesen gröberen Störungen – zu zeigen, wäre es nötig, nur solche Patienten heranzuziehen, die eben diese Störungen nicht haben.

Auf Veranlassung von Prof. Anthony habe ich im Jahre 1934 Untersuchungen über den Wirkungsgrad bei afebrilen Lungenkranken ausgeführt. In einer späteren zweiten Untersuchungsreihe, die im Tuberkulose-Krankenhaus Tönsheide vorgenommen wurde, wurde die Erholungszeit nach einer bestimmten Belastung ermittelt.

Von den in der Literatur beschriebenen, ziemlich voneinander abweichenden Methoden zur Bestimmung des Wirkungsgrades, schien uns die zweckmässigste diejenige von Hill zu sein. Letzterer bestimmte den Wirkungsgrad aus dem Gesamtverbrauch an Sauerstoff während der Arbeits- und Erholungsphase. Ob die Einführung der Korrektionsglieder nach Hansen und Johanson brauchbare Abweichungen ergeben würde, bleibe dahingestellt. Für die Praxis würde die Methode dann jedenfalls zu kompliziert werden, um in nennenswertem Masse angewandt werden zu können.

Sauerstoff- und Kohlensäurewerte wurden bestimmt wie von Knipping angegeben unter Verwendung des grossen Spirometers von 15 l Inhalt. Die Kohlensäure wird in den bekannten Sinterflaschen zurückgehalten und durch Titration bestimmt.

Der Anschluss des Patienten an das System erfolgte mit der grossen Celluloidmaske, die Mund und Nase einschliesst, und mit langen elastischen Faltenschläuchen.

Die Arbeitsbelastung erfolgte am elektrischen Ergometer von Knipping, an dem die erforderliche genaue Dosierung der Arbeit mit Leichtigkeit zu erreichen ist. Als einfachste und angenehmste Form der Arbeit wurde Kurbeldrehen gewählt.

Die Höhe der Belastung wurde bei allen Patienten möglichst konstant gehalten. Sie betrug bei Frauen 35, bei Männern 40 Watt, und zwar jeweils 10 Minuten lang. Nach Hebestreit ist der Wirkungsgrad in deutlicher Weise von der Dauer der Arbeit abhängig. Es erfolgt zunächst ein gewisser Anstieg, dem ein mit der Ermüdung einsetzender Abstieg folgt. Letzterer wird bei Durig mit der eintretenden Mitinnervation und aktiven Versteifung der Muskulatur erklärt. Auch die Höhe der Belastung beeinflusst den Wirkungsgrad. Nach Wachholder ist eine mittlere Belastung die günstigste. Eine solche mittlere Belastung wurde gewählt.

Der Gang der Untersuchung war kurz folgender: Füllung des Spirometers mit frischer Luft unter Hinzufügung von ca. 10 %

Sauerstoff. Anschluss der Versuchsperson, darauf Abwarten bis die Atmung sich beruhigt hat, und die Verbrauchskurve gleichmässig ansteigt. Dann wird unter Markierung des Einsatzpunktes auf der Kurve die Arbeit begonnen und gleichzeitig eine frische Sinterflasche eingeschaltet. Umschaltung der Sinterflasche alle 5'. Nach 10' Abbruch der Arbeit, die Versuchsperson setzt sich auf einen Stuhl und ruht sich aus. Nach weiteren 10' pflegt die Verbrauchskurve ihre Ausgangssteilheit wieder erreicht zu haben. Die Ausrechnung des Wirkungsgrades erfolgt nun – wie oben schon kurz angedeutet – so, dass der gesamte in Kalorien umgerechnete Sauerstoffmehrverbrauch während der Arbeit und während der Erholung ins Verhältnis gesetzt wird zu der ergometrisch bestimmten Leistung der Versuchsperson. Es ist dann

$$\frac{\text{Kal.-Leistung mal 100}}{\text{Kal.-Verbrauch}} = \text{Wirkungsgrad in Prozenten.}$$

Der respiratorische Quotient wurde berücksichtigt. Auf die beschriebene Art wurde der Wirkungsgrad bei neunzehn Patienten der Tuberkulose-Station des Eppendorfer Krankenhauses bestimmt. Um einen groben Anhalt zu geben, wurde in nachfolgender Tabelle die Blutsenkung und das Lebensalter sowie evtl. Kollapsbehandlung (Pn) mit angegeben. V.P. 1 – 11 sind Frauen, die übrigen Männer.

V. P.	Alter	Temp.	Senkung	Baz. u. Koll.	Wirkungsgrad
1	16	um 37	12/30	+ (Pn)	22,0 %
2	24	„ 37		+	18,3 %
3	42	„ 37	19/41	+	23,0 %
4	25	„ 37,5	10/22	+ (Pn)	18,1 %
5	28	„ 37	8/22	∅	17,0 %
6	50	„ 37		∅	25,0 %
7	26	„ 37		+	18,3 %
8	28	„ 37	8/19	∅	16,0 %
9	16	„ 38	33/70	+ (Pn)	17,4 %
10	34	„ 37	25/51	∅	24,2 %
11	33	„ 37,5	42/72	+	21,9 %
12	48	„ 37	47/80	+	22,5 %
13	23	„ 37	1/2	+	14,6 %
14	33	„ 36,5	2/4	+	16,0 %
15	52	„ 36,5	21/50	+	16,0 %
16	27	„ 37		+	24,3 %
17	30	„ 37	10/29	+ (Pn)	28,0 %
18	47	„ 37	40/66	+	19,5 %
19	53	„ 37	4/14	∅	25,0 %

Bei drei gesunden Versuchspersonen betrug der Wirkungsgrad 19,3, 18 und 17 %.

Nach Atzler und Reach soll der Wirkungsgrad bei optimalen Bedingungen zwischen 20 und 27,9 % liegen. Knipping und Voss haben einen Wirkungsgrad von 18 – 23 % bei Männern und von 16 – 20 % bei Frauen gefunden. Möglicherweise erklären sich die Unterschiede durch die verschiedene Versuchsdauer, die z. T. erheblich weniger als 10 Minuten betrug. Wie aus der Tabelle ersichtlich, liegt der Wirkungsgrad bei den untersuchten Tuberkulösen zum mindesten nicht niedriger als bei gesunden Versuchspersonen. Nun wurde nicht in allen Fällen der Umsatz direkt vor der Arbeit gemessen. Es ist möglich, dass dadurch ein erhöhter Wirkungsgrad vorgetäuscht wurde, dass im letzten Abschnitt der Versuchsperiode der Umsatz noch nicht zum Ruhewert zurückgekehrt war. Sicher ist dies der Fall bei V.P. Nr. 19, wo noch 15 Minuten nach Abschluss der Arbeit eine Erhöhung von 15 % bestand, nachdem in den ersten 3 – 4' ein bogenförmiger Verlauf der Stoffwechselkurve, wie er dem regelrechten Verlauf der Erholungszeit entspricht, zu verzeichnen gewesen war. Die beschriebene Fehlerquelle wäre noch bei zwei weiteren Fällen nicht sicher auszuschliessen. Da in diesen Fällen der Umsatz 10' nach Beendigung der Arbeit als Ruhewert eingesetzt wurde, müsste als Endprodukt der Rechnung ein zu hoher Wirkungsgrad erscheinen Andererseits liegen uns Untersuchungen von Gollwitzer-Meier und Simonson vor, nach denen eine Erniedrigung des Umsatzes nach Beendigung der Arbeit vorkommt, was einer Fehlerquelle mit dem umgekehrten Vorzeichen gleichkäme (diese Beobachtung konnte in einigen Fällen bestätigt werden). Um diese Fragen möglicherweise einer Klärung näherzubringen vor allem um festzustellen, ob eine längerdauernde Erhöhung des Umsatzes nach körperlicher Arbeit, die der von Knipping angenommenen „toxischen Nachwirkung" entsprechen würde, häufiger vorkommt, haben wir uns veranlasst gesehen, an einer Reihe von Tuberkulösen die Erholungszeit zu messen. Es handelt sich grösstenteils um in der Rekonvaleszenz befindliche Patienten des Tuberkulosekrankenhauses Tönsheide, jedoch finden sich auch fast ein Drittel mit aktiver Tuberkulose darunter.

Die Methode war kurz folgende: Um den Patienten das bei längerer Versuchsdauer recht lästige Atmen durch die Maske zu ersparen, wurde auf die Registrierung der Atmung während der Belastung verzichtet und nur vor und nach der Arbeit in Ruhe-

lage auf dem Bett durch ein Zuntzsches Mundstück geatmet. Zur Messung des Sauerstoffverbrauchs stand die grosse Apparatur von Knipping zur Verfügung. Die Belastung wurde verhältnismässig hoch gewählt, und zwar 80–90 Watt 15 Minuten lang. In der zweiten 5 min.-Periode wurde die Belastung jedesmal auf nur 30 Watt reduziert, wobei von der Überlegung ausgegangen wurde, dass ja unter den gewöhnlichen Arbeitsbedingungen stets Perioden stärkerer Balastung mit Perioden schwächerer Belastung abzuwechseln pflegen. Nach arbeitsphysiologischen Untersuchungen (Atzler) reagiert der Organismus bei rhythmischem Wechsel der Belastung erheblich rationeller, was auch im Empfinden der Versuchsperson zum Ausdruck kommt.

Bei Versuchspersonen, die unter Kollapsbehandlung standen, wurde durch vorübergehende Sauerstoffatmung auf Vorhandensein eines Defizits kontrolliert. Ein solches konnte niemals nachgewiesen werden.

Nach sorgfältiger Sichtung auf äussere Fehlerquellen (Undichtigkeiten in der Apparatur und dergl.) blieben 48 brauchbare Protokolle.

V.P.	Geschl.	Alter	Diagnose	Senkung	Erholungszeit Min.
1	w.	16	Offene doppels. mit Pnth.	12/30	6–7
2	w.	24	Geschl.		5–6
3	w.	42	Offene doppels.	19/41	4–5
4	m.	48	Offene doppels. exs.	47/80	4
5	w.	28	Geschl. vorw. prod.	8/19	4
6	m.	26	Geschl. re. Oberl. u. Pnth.	25/53	üb. 20
7	w.	25	Offene mit Pnth.	10/22	6
8	w.	28	Geschl. vorw. prod.	8/22	4–5
9	w.	50	Geschl.		3
10	m.	23	Offene prod.	1/2	4–5
11	w.	30	Geschl.		4
12	m.	33	Offene doppels.	2/4	4–5
13	m.	52	Offene exsud.	21/50	6–7
14	m.	30	Offene mit Pnth.	10/29	5
15	m.	41	Geringgr. geschl.	18/40	4
16	m.	20	Zustd. nach linkss. Empyem	3/5	5–6
17	m.	26	Vorw. rechtss. mit Pnth.	1/2	4–5
18	w.	16	Offene doppels. mit Pnth.	33/70	4–5
19	w.	34	Geschl.	25/51	5
20	m.	47	Offene doppels. cav.	40/66	4–5
21	w.	33	Offene cav.	42/72	4–5
22	m.	53	Geschl. prod.	4/14	3–4
23	m.	36	Re. prod. Oberlappentbc.	5/8	5
24	m.	28	Vorw. linkss. geschl. u. Pnth.	5/27	üb. 15

V.P.	Geschl.	Alter	Diagnose	Senkung	Erholungszeit Min.
25	m.	32	Re. prod. Oberlappentbc.	2/8	5
26	m.	23	Doppels. jetzt geschl.	1/2	4–5
27	m.	26	Doppels. geschl. prod.	2/8	6
28	m.	38	Geschl. re. Oberl.-tbc. Pnth.	2/6	5
29	w.	22	Bdsts. Schwarte n. Pleuritis	8/23	6
30	m.	41	Plastik li., prod. re. Oberlappenprocess.	2/5	7
31	m.	40	Plastik re., li. prod. Oberlappenprocess.	4/12	7–8
32	w.	23	Doppels. prod.-cirrh.	7/22	9
33	w.	20	Linkss. Unterfeldtbc. geschl.	15/15	4–5
34	w.	20	Linkss. prod. geschl.	8/24	4
35	w.	23	Geschl. prod. aufgeh. Pnth.	10/27	6–7
36	m.	17	Li. Plastik, Str. re. geschl.	10/27	5
37	m.	35	Plastik li., alte Str. re.	5/13	4
38	m.	21	Vorw. re. prod. Oberlappen	2/5	5–6
39	m.	23	Vorw. prod., geschl. d. re. Mittelfeldes	3/8	4–5
40	m.	19	Geschl. unter Pnth. re.	6/14	7
41	m.	27	Jetzt geschl. prod., mehrfach Pleur. exsud.	4/9	6
42	m.	18	Zustdnn. doppels. Pleuritis Peritoneal-tbc., Verd. auf Nierentbc.	11/20	7–8
43	m.	21	Pnth. re., geschl.	3/9	7
44	m.	23	Zustd. n. doppels. Pleuritis	24/39	üb. 12
45	m.	17	Zustd. nach Pleuritis	4/9	5
46	m.	26	Li. Plastik, aufgeh. Pnth. re., Phrenikus li., geschl.	3/9	5
47	w.	18	Li. geschl. Lungeutbc., Zustand n. Plastik	8/21	5
48	m.	26	Prod., geschl. Lgentbc.		6

Erholungszeit	Versuchspersonen
3– 4 Minuten	8
4– 5 „	20
5– 7 „	13
7–10 „	3
10 Minuten und darüber	4

Nach den Angaben in der Literatur finden sich lange Erholungszeiten nur bei schwerer Arbeit, die 40–60 Minuten lang ununterbrochen fortgesetzt wurde. Im Allgemeinen ist bei Gesunden schon nach wenigen Minuten die Ruhe–Stoffwechsellage wiederhergestellt. Auch bei unserem Material trat in den allermeisten Fällen Erholung ein in einer Zeit, die wohl als physiologisch bezeichnet werden muss. Immerhin ist es auffällig, dass sich unter den drei Fällen mit einer Erholungszeit zwischen 7 und 10 Minuten zwei doppelseitige und einer mit frischer Peritonealtbc.

und Verdacht auf Nierentbc. finden. Im übrigen war aber keinerlei Zusammenhang zwischen klinischem Befund und längerer Erholungszeit festzustellen. Auch Patienten mit sehr gutem Kollaps nach Thorakoplastik, sowie solche mit Pneumothorax, wiesen keine längere Erholungszeit auf, als solche, denen die volle Vitalkapazität zur Verfügung stand. Insbesondere war kein deutlicher Zusammenhang zwischen Höhe der BSG und Länge der Erholungszeit vorhanden.

Gesondert aufgeführt zu werden verdienen jene Fälle, in denen nach 10 Minuten eine gewisse Erhöhung des Umsatzes zurückblieb, die auch nach 15–20 Minuten keine Neigung zeigte, wieder zu verschwinden. Bei einem 26 jährigen Patienten (prod., rechtsseitige Oberlappentuberkulose mit Pnth. in Liquidation, BSG 25/53) bestand noch nach 20 Minuten eine Umsatz-Erhöhuug von 10 %. Bei einem weiteren, 26 jährigen Patienten (vorw. linkss. geschl. Lungentuberkulose mit Pnth. links) bestand nach 15 Minuten noch eine Umsatz-Erhöhung von 11 %, bei einem dritten (Zustand nach doppelseitiger Pleuritis exsudativa, BSG 24/39, 23 Jahre alt) nach 12 Minuten eine solche von 16 %. Bei einem vierten Patienten mit aktiver, subfebriler Lungentbc. bestand nach 10 Minuten noch eine Umsatz-Erhöhung von 28 %. Bis auf den zuletzt aufgeführten, bei dem es sich um einen hochaktiven Prozess handelte, boten auch diese Patienten nichts besonderes. Während der Belastung wurden irgendwelche Beschwerden nicht angegeben. Über die Ursachen dieser „toxischen Nachwirkung" können wir nichts angeben. Möglicherweise finden sich bei einigen Tuberkulösen schon bei kleiner Belastung lange Erholungszeiten, deren Ursache bisher klinisch nicht erfassbar ist. Interessant wäre es, das weitere Schicksal solcher Kranker zu verfolgen, vielleicht lässt sich später einmal auf Grund solcher Befunde prognostisch etwas aussagen. Auch Temperatursteigerung nach Bewegung sowie Erhöhung des Grundumsatzes (Anthony und Kowitz) gelten ja beim Tuberkulösen als Aktivitätszeichen. Es wäre denkbar, dass ähnliches von der länger dauernden Umsatzerhöhung nach Belastung gilt.

Zusammenfassung.

An einer Reihe afebriler Lungenkranker ohne Atem- und Kreislaufstöruugen wird der Wirkungsgrad der Muskelarbeit bestimmt. Deutliche Unterschiede gegenüber dem Gesunden ergeben sich nicht.

An 48, ebenfalls afebrilen Lungenkranken, wird die Länge der Erholungszeit bestimmt. Die Belastung betrug annähernd 1000 Wattminuten, hervorgebracht am Reibungsergometer durch Kurbelarbeit. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle war die Erholungszeit normal. Nur in drei Fällen wurde eine längerdauernde Erhöhung des Umsatzes nach Arbeit beobachtet.

Literatur.

Durig A., Die Theorie der Ermüdung. Hdb. d. Arbeitsphys. v. E. Atzler. Leipzig 1927

Brieger, Die Bedeutung der Gaswechseluntersuchungen für einige Fragen der Pathologie und Therapie der Lungentuberkulose. Beitr. Klin. Tbk. 63, 403, 1926

Brieger, Der Aufbau der obj. Leistungsdiagnose zur Beurteilung der Arbeitsfähigkeit bei Erkrankung des Resp.-apparates. Klin. Wschr. 1933, 153

Cobet, R., Kreislauf und Atmung bei Lungentuberkulose. Z. klin. Med. 126

Rüttgers, J., Untersuchungen über die Arbeitsökonomie bei Lungentuberkulösen. Beitr. Klin. Tbk. 78, 197, 193

Hill, zit. nach Simonson, Erholung nach körperlicher Arbeit. Hdb. d. norm. u. path. Physiol. v. Bethe, Bergm. 193

Hansen, E., Atmung und Kreislauf bei körperl. Arbeit. Hdb. Bethe Bergmann 1931

Wachholder, K., Die Arbeitsfähigkeit des Menschen in ihrer Abhängigkeit von der Funktionsweise des Muskels und Nervensystems. Hdb. Bethe Bergmann usw., 15, Teil I. 1930

Knipping, H. W., Die Ökonomie der Muskelarbeit. Zschr. f. d. ges. exp. Med. 66. 3 u. 4

Herbst, R., Der Gaswechsel als Mass der körperlichen Leistungsfähigkeit. Dtsch. Arch. klin. Med. 162, 1928

Anthony, A. J. und H. L. Kowitz, Der Grundsatz der Lungentuberkulösen. Beitr. z. Klin. d. Tbk. 68, 1928

Anthony, A. J., Funktionsprüfung der Atmung. Leipzig 1937

Lebenslauf.

Geboren am 20. April 1911 als Sohn des Studienrats Hans Scharl besuchte ich zunächst die Volksschule in München, später das Heinrich Hertz-Realgymnasium in Hamburg, wo ich im Februar 1930 die Reifeprüfung bestand.

An der Hamburgischen Universität, mit einer Unterbrechung in München, studierte ich Medizin und bestand im Dezember 1935 die ärztliche Prüfung. Nach Ableistung des praktischen Jahres am Tuberkulosekrankenhaus „Tönsheide" erhielt ich die Bestallung als Arzt. Anschliessend war ich als Volontär am pathologischen Institut der Hamburgischen Universität und am Altonaer Kinderhospital tätig. Vom November 1937 bis Mai 1938 war ich Assistent an der Heilstätte Ruppertshain i. Ts., jetzt arbeite ich als Volontärarzt an der Heilstätte der Landesversicherungsanstalt Brandenburg, Grabowsee bei Oranienburg.